

## Herbicidas pré-emergentes para manejo de milho voluntário RR<sup>®</sup> na cultura da soja<sup>1</sup>

### *Pre-emergent herbicides to the management of volunteer RR<sup>®</sup> corn in soybean crop*

Matheus Bohrer Scherer<sup>2</sup>; Leandro Lima Spatt<sup>2</sup>; Nilton Teixeira Pedrollo<sup>2</sup>; Thiago Castro de Almeida<sup>3</sup>; Danie Martini Sanchotene<sup>4</sup>; Sylvio Henrique Bidet Dornelles<sup>2</sup>

**Resumo** - Alternativas para o manejo de milho voluntário RR<sup>®</sup> carecem de maior conhecimento no âmbito de produtos com efeito residual, principalmente para aplicação em pré-emergência da cultura da soja RR<sup>®</sup>. Neste trabalho foi avaliado o efeito de herbicidas com efeito residual para o controle de milho voluntário RR<sup>®</sup>, quando aplicados na cultura da soja pelo método “plante-aplique”. O experimento foi realizado no município de Santa Maria/RS, safra 2015/16, avaliando herbicidas, aplicados em pré-emergência da soja e do milho RR<sup>®</sup>. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições. Os herbicidas testados foram: flumioxazin, chlorimuron-ethyl, imazaquin e sulfentrazone; como associações desses herbicidas com o flumioxazin, relatando se houve efeitos sinérgicos. O melhor controle do milho voluntário RR<sup>®</sup> foi obtido com o herbicida imazaquin que restringiu em 90% a emergência das plantas de milho RR<sup>®</sup> e injuriou 97,5% das que emergiram. Entretanto o imazaquin causou sintomas de fitotoxicidade na cultura da soja. A associação em aplicações de imazaquin e flumioxazin, mostrou efeito aditivo de controle sobre o milho.

**Palavras-chaves:** *Glycine max*; planta daninha; Roundup Ready<sup>®</sup>; *Zea mays*

**Abstract** - Alternatives for volunteer corn RR<sup>®</sup> management need further knowledge in the product scope with residual effect, mainly for use in pre-emergence of the soybean RR<sup>®</sup>. This paper evaluated the performance of residual herbicides to control this species, when applied in soybean using the method "plant-apply". The experiment was carried in the municipality of Santa Maria/RS, crop season 2015/16; evaluating herbicides applied in pre-emergence of soybean crop and corn RR<sup>®</sup>. The experimental design was randomized blocks with eight treatments and four replications were evaluated inhibition of emergence of corn plants and injury on emerged plants. Sequential application responses were also addressed. Herbicides tested: flumioxazin, chlorimuron-ethyl, imazaquin, and sulfentrazone; as associations these herbicides with flumioxazin, in sequential applications, reporting if there were synergistic effects. The best control of RR<sup>®</sup> volunteer corn was obtained with the imazaquin herbicide, which reduced the emergence of RR<sup>®</sup> corn plants by 90% and injured 97.5% of those that emerged. However, imazaquin caused symptoms of

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 13/09/2016 e aceito em 18/01/2017.

<sup>2</sup> CCNE/UFSM, Departamento de Biologia, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: <matheusbs27@gmail.com; leandrolimaspatt@gmail.com; pedrollo\_agronomia@hotmail.com; silviobidel@gmail.com>.

<sup>3</sup> Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: <eng.thiagocastro@yahoo.com.br>.

<sup>4</sup> Departamento de Cultivos Agrícolas, URI, Santiago, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: <danie.sanchotene@hotmail.com>.

phytotoxicity in the soybean crop, which did not measure yield losses in this work. The association in sequential applications of imazaquin and flumioxazin, showed additive control effect on maize.

**Keywords:** *Glycine max*; weeds; Roundup Ready®; *Zea mays*

## Introdução

Com advento das novas tecnologias na agricultura, como cultivares resistentes a herbicidas, criou-se também restrições técnicas na prática dessas inovações. Essas particularidades podem ser observadas nas culturas da soja e do milho, as quais possuem cultivares com a tecnologia Roundup Ready® (RR®), que confere às plantas resistência ao herbicida glyphosate. Este ingrediente ativo pertence ao grupo químico dos derivados da glicina, que age de maneira sistêmica inibindo a enzima 5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfatossintase (EPSPs) (Kruse et al., 2000). Na atualidade é amplamente utilizado em dessecação e manejo pós-emergente sobre plantas daninhas em cultivares RR®, demanda justificada pelo fato de o herbicida glyphosate agir sobre a maioria das espécies vegetais.

No cultivo da soja RR® em sucessão ao milho RR® é caracterizado o problema técnico. As sementes de milho que restam sobre a área germinam no cultivo da soja, infestando-a e criando uma competição interespecífica para cultura naquele momento. Dessa maneira o milho presente torna-se planta indesejada e de difícil manejo, com potencial de reduzir em até 69,9% a produtividade da cultura da soja (López-Ovejero et al., 2016). Nessas situações é intitulado comumente como milho voluntário RR®, milho tiguera, restevas braba e/ou milho guaxo, em que se opta por alternativas de controle pós-emergência através de herbicidas graminicidas, geralmente inibidores da ACCase (Maciel et al., 2013).

Porém, o cenário mundial da resistência de plantas aos herbicidas inibidores da enzima ACCase é preocupante, totalizando 48 espécies resistentes (Heap, 2016). Só no Brasil são confirmados 7 casos de resistência a este mecanismo, em que os dois últimos foram registrados no ano 2016, com a reentrada do

azevém perene (*Lolium perenne* spp. *multiflorum*) de resistência múltipla (ACCase + ALS) e uma nova descoberta com o capim amargoso (*Digitaria insularis*) (ACCase) (Heap, 2016). Portanto, a resistência gerada pela pressão de seleção de um mesmo mecanismo de ação somada ao declínio da descoberta de novas moléculas, direcionam o planejamento para diferentes alternativas de manejo, como as que hajam antes do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), assim caracterizando o uso de ingredientes com efeito residual no solo, classificados como herbicidas pré-emergentes.

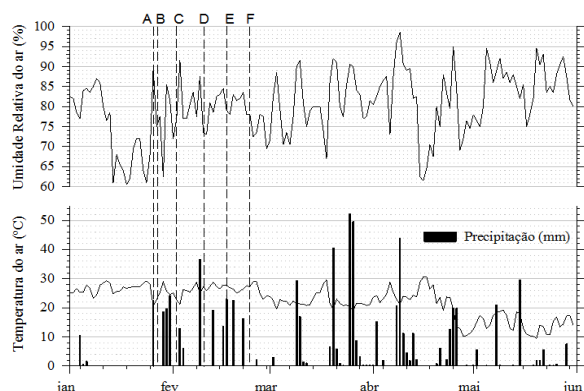
O uso de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja já é conhecido como ferramenta ideal para reduzir o grau de infestação das plantas daninhas de difícil controle ou com histórico de resistência ao glyphosate (Mueller et al., 2014). Nessa modalidade de manejo destacam-se herbicidas como: chlorimuron-ethyl e imazaquin, inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS); flumioxazin e sulfentrazone, inibidores do Protoporfirinogênio Oxidase (PROTOX/PPO), apresentando diferentes mecanismos de ação e propriedades químicas (Alonso et al., 2013; Mueller et al., 2014).

Essa classe de herbicidas requer cuidados por se tratar de produtos intitulados “técnicos”, em relação a sua dinâmica e interação com o solo (Inoue et al., 2011; Mancuso et al., 2011). Portanto, programas de manejo que contemplem o uso de herbicidas pré-emergentes no controle de milho voluntário RR®, são de suma importância para a sustentabilidade e produtividade da cultura da soja.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de herbicidas com efeito residual para o controle de milho voluntário RR®, aplicados no mesmo dia, porém antes da semeadura da soja.

## Material e Métodos

O clima da região do experimento, segundo classificação de Köppen, é do tipo subtropical Cfa (Peel et al., 2007). Os dados climatológicos ocorridos durante o período experimental foram obtidos em estação meteorológica presente a 700m da área experimental (Davis Vantage VUE®) (Figura 1).



**Figura 1.** Condições climáticas durante a condução do experimento em campo. A- Semeadura da cultura da soja (26/01/2016); B- Aplicação dos tratamentos (27/01/2016); C- Emergência da cultura (02/01/2016); D- Avaliação dos 14 dias após a aplicação (DAA) (10/02/2016); E- Avaliação dos 21 DAA (17/02/2016); F- Avaliação dos 28 DAA (24/02/2016). Santa Maria (RS), 2016.

A semeadura da cultura da soja NS 6767 RR ocorreu no dia 27 de janeiro de 2016, com densidade de 16 sementes por metro linear e 350

kg de adubação na base NPK, formulação 05-20-20. O milho voluntário utilizado para infestação artificial no experimento foi o híbrido Pioneer® com tecnologia Herculex® I e gene Roundup Ready® 30B39HR. Para infestação foram semeadas 20 sementes transversalmente à semeadura da soja, espaçadas entre si em 8 cm, sua semeadura foi realizada logo após a soja. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico, pertencente a unidade de mapeamento São Pedro (Streck et al., 2008); com as características de argila: 120 g kg<sup>-1</sup>; areia: 650 g kg<sup>-1</sup>; silte: 210 g kg<sup>-1</sup>; pH: 5,3; M.O: 23 g dm<sup>-3</sup>; Resteva de cobertura (palha de trigo): 4527 kg ha<sup>-1</sup>.

Para aplicação dos tratamentos (Tabela 1), realizada no dia 27 de janeiro de 2016 seguindo o método “plante-aplique”, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub>, munido de uma barra com seis bicos espaçados 0,5 m entre si. No conjunto de bicos utilizou-se pontas do tipo leque (MagnoJet 110.02-AD). A pressão de trabalho foi de 207 kPa e a taxa de 150 L ha<sup>-1</sup>. Dados climáticos no momento antes à aplicação foram: temperatura do ar = 27,8°C, umidade relativa do ar = 65,1%, velocidade do vento = 5,3 km h<sup>-1</sup> e nebulosidade = 15%.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, em que a unidade experimental caracterizou-se por parcelas retangulares com dimensões 3x5 m (15 m<sup>2</sup>).

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos submetidos no experimento, nome químico, dose de ingrediente ativo (i.a.) ou equivalente ácido (e.a.), dose do produto comercial (p.c.) e condições climáticas no momento inicial das aplicações dos tratamentos herbicidas, dados medidos em aparelho portátil Kestrel 3000. Santa Maria (RS), 2016.

Tratamentos	Dose g ha <sup>-1</sup> de i.a. ou e.a.	Dose p.c. ha <sup>-1</sup>
1. Testemunha	-	-
2. flumioxazin	50	100 g
3. chlorimuron-ethyl	20	80 g
4. imazaquin	150	1000 mL
5. sulfentrazone	150	300 mL
6. flumioxazin + chlorimuron-ethyl	50 + 20	100 g + 80 g
7. flumioxazin + imazaquin	50 + 150	100 g + 1000 mL
8. flumioxazin + sulfentrazone	50 + 150	100 g + 300 mL

Os produtos comerciais utilizados para confecção dos tratamentos foram flumioxazin (Flumyzin 500, 500 g L<sup>-1</sup> de i.a., WP, Iharabras); chlorimuron-ethyl (Classic, 250 g L<sup>-1</sup> de i.a., WG, DuPont); imazaquin (Imazaquim Ultra Nortox, 150 g L<sup>-1</sup> de e.a., SL, Nortox) e sulfentrazone (Boral 500 SC, 500 g L<sup>-1</sup> de i.a., SC, FMC) diluídos em água filtrada de poço artesiano.

Vinte e cinco dias antes da semeadura da soja foi realizada uma dessecação com aplicação de glyphosate (960 g ha<sup>-1</sup> de e.a.) + 2,4-D (335 g ha<sup>-1</sup> de e.a.) sendo os produtos comerciais glyphosate (Roundup Transorb R, 480 g L<sup>-1</sup> de e.a., SC, Monsanto) e 2,4-D (2,4-D Nortox, 670 g L<sup>-1</sup> de e.a., SL, Nortox). No dia da semeadura foi aplicado o herbicida paraquat (400 g ha<sup>-1</sup> de i.a.), produto comercial (Gramoxone 200, 200 g L<sup>-1</sup> de i.a., SC, Syngenta), com intuito de eliminar todas as plantas daninhas que germinaram no intervalo entre a primeira dessecação.

Para os efeitos dos tratamentos herbicidas sobre o milho voluntário RR<sup>®</sup> foram realizadas avaliações do número de plantas emergidas, porcentagem de plantas emergidas em relação a testemunha e porcentagem de injúria causada pelos tratamentos herbicidas sobre as plantas emergidas. As avaliações de porcentagem ocorreram de forma visual aos 21 dias após a aplicação (DAA), por meio de escala percentual de notas, na qual 0 consiste em ausência de injúria e 100 na morte de todas as plantas daninhas, referenciada na população presente no tratamento testemunha (SBPCD, 1995). Assumiu-se controle satisfatório com médias percentuais acima de 80% e optou-se pela avaliação dos 21 DAA pelo motivo de ser o ponto máximo dos efeitos observados sobre a planta alvo. Foram feitas correlações entre as avaliações e comparação de efeitos observados e esperados pelo método de Colby (1967).

Realizou-se avaliação de fitotoxicidade sobre a cultura da soja, através do Modelo adaptado da Escala Conceitual da European Weed Research Community (EWRC, 1964), definida em observações visuais de injúrias,

onde considerou-se nota 1 para as plantas que apresentaram nenhum sintoma fitotóxico e 9 para as plantas com severos sintomas (Tabela 2), aos 14, 21 e 28 DAA. Não foi realizada a colheita das parcelas e posterior produtividade da cultura da soja, porque a infestação ocorreu de maneira artificial.

**Tabela 2.** Escala de notas de fitotoxicidade proposta pela EWRC (1964).

Notas	Sintomas
1	Ausência de sintomas de fitotoxicidade
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte de plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte das plantas

Os dados originais foram analisados quanto aos pressupostos da normalidade e homogeneidade; posteriormente submetidos à análise de variância (ANOVA). Os resultados significativos tiveram as médias agrupadas entre si pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

## Resultados e Discussão

Herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) foram os que responderam com maior eficiência na inibição da emergência e injúria sobre as plantas de milho voluntário RR<sup>®</sup> (Tabela 3). Os ingredientes chlorimuron-ethyl e imazaquin mostraram forte inibição no número de emergência das plantas alvo, por consequência maior porcentagem desse efeito.

Desempenho que também é refletido com correlação positiva significativa ( $p < 0,01$ ) (Tabela 4) para a porcentagem de injúria

ocorrida no milho, observados na Figura 2, C e D. A correlação entre a porcentagem de inibição da emergência com a porcentagem de injúria mostra que os ingredientes que impediram mais a germinação, também injuriaram mais as plantas emergidas. Foram observados sintomas

de amarelecimento foliar e alto grau de restrição ao crescimento das plantas de milho. As médias de injúria foram de 73,75 e 97,5%, respectivamente para chlorimuron-ethyl e imazaquin, quando avaliados aos 21 DAA (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resultados médios para número de plantas emergidas (contagem), porcentagem de inibição da emergência e porcentagem de injúria sobre as plantas emergidas (controle), avaliados aos 21 DAA dos herbicidas sobre o milho voluntário RR<sup>®</sup>. Santa Maria (RS), 2016.

Tratamentos	Dose g ha <sup>-1</sup> de i.a. ou e.a.	Contagem	Inibição da emergência	Controle
			%	
1. Testemunha	-	19,25 a <sup>1</sup>	3,75	0 e
2. flumioxazin	50	16 c	20	23,75 d
3. chlorimuron-ethyl	20	9,75 e	51,25	73,75 b
4. imazaquin	150	2 g	90	97,5 a
5. sulfentrazone	150	17 b	15	37,5 c
6. flumioxazin + chlorimuron-ethyl	50 + 20	7 f	65	78,75 b
7. flumioxazin + imazaquin	50 + 150	2,5 g	87,5	91,25 a
8. flumioxazin + sulfentrazone	50 + 150	14 d	30	38,75 c
CV (%)	-	10,95	-	9,62

<sup>1</sup>Médias não seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4.** Matriz de Correlação de Pearson das variáveis contagem de plantas, inibição da emergência (%) e controle (%) referentes às avaliações realizadas aos 21 DAA dos herbicidas sobre o milho voluntário RR<sup>®</sup>. Santa Maria (RS), 2016.

	Contagem	Inibição da emergência	Controle
Contagem	1	-1	-0,9438**
Inibição da emergência	-	1	0,9438**
Controle	-	-	1

\*\*Significativo a 1%.

O chlorimuron-ethyl é um herbicida inibidor da ALS pertencente ao grupo químico das sulfonilureias, que possui meia-vida ( $t_{1/2}$ ) em torno de 42 a 61 dias, dependente do teor de argila e matéria orgânica do solo. Em solos com maiores teores desses componentes o chlorimuron-ethyl sofre maior sorção, restringindo sua mobilidade (Suyal et al., 2013). Entretanto devido suas outras características químicas é considerado um herbicida com alto potencial de lixiviação, conforme a precipitação e do pH no solo ( $\text{pH} > \text{pKa}$  4,2), sugerindo, segundo Carvalho et al. (2015), que a camada de cobertura (palhada) é um impedimento fraco para o ingrediente sofrer escoamento superficial *run-off* e/ou lixiviação dentro do

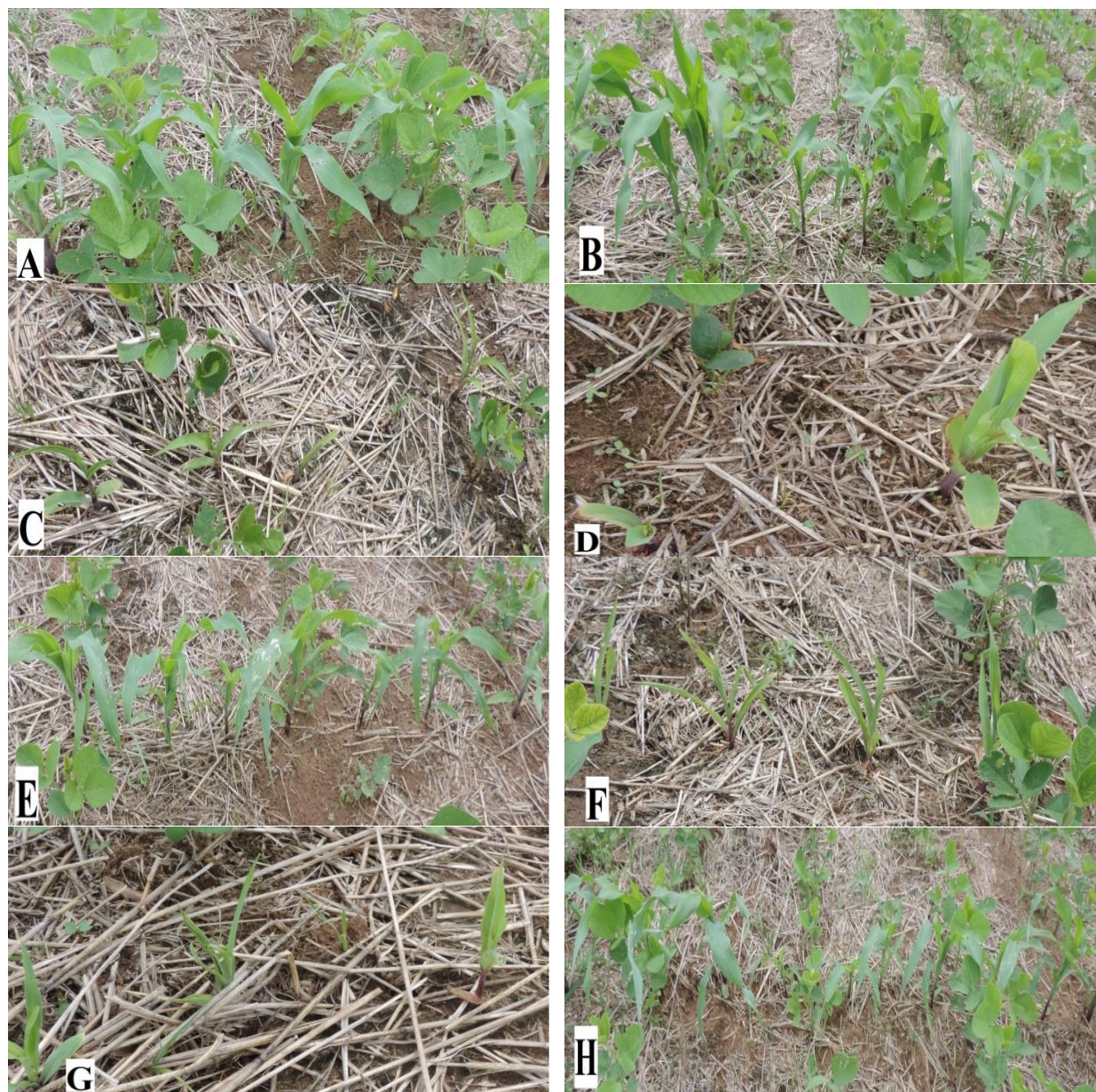
perfil do solo. Esse comportamento corrobora com o mostrado neste estudo, em que o herbicida atingiu médias acima de 70% de injúria e 50% de inibição da emergência do milho RR<sup>®</sup>, ponto importante já que essas plantas podem causar perdas significativas no cultivo da soja (López-Ovejero et al., 2016).

Assim como o chlorimuron-ethyl, imazaquin também é inibidor da enzima ALS, no entanto, do grupo das Imidazolinonas, com comportamento de forma ácida na maioria dos solos agrícolas ( $\text{pH}$  solo 5,0 a 6,5  $>$   $\text{pKa}$  3,8), mostra baixa sorção aos colóides do solo e alta persistência meia vida ( $t_{1/2}$ ) de 112 a 210 dias, fator relacionado às forças eletrostáticas repulsivas, em que baixos teores de matéria



orgânica do solo, como em texturas arenosas, a sorção de imazaquin é ainda mais reduzida (Florido et al., 2015). Além de ser altamente eficiente no controle de plantas dicotiledôneas, mostra grande eficiência sobre o milho, atingindo efeito residual de controle em até 50 dias após a emergência da soja (Petter et al.,

2015). Para este experimento o imazaquin mostrou ser o mais eficaz no controle do milho RR<sup>®</sup>, com 90% de inibição da emergência e 97,5% de injúria sobre as plantas emergidas, identificadas através de sintomas avançados de clorose aliado a necrose foliar, bem como extrema restrição do crescimento (Figura 2, D).



**Figura 2.** Efeitos dos tratamentos aplicados sobre o milho voluntário RR<sup>®</sup>, em que: A. Testemunha; B. flumioxazin; C. chlorimuron-ethyl; D. imazaquin; E. sulfentrazone; F. flumioxazin + chlorimuron; G. flumioxazin + imazaquin; H. flumioxazin + sulfentrazone. Santa Maria (RS), 2016.

As associações desses ingredientes (Tabela 5), nas comparações de efeitos inibidores da ALS com o herbicida flumioxazin, observados e esperados, através do método de inibidor de PPO mostraram efeito aditivo Colby (1967).

**Tabela 5.** Interação esperada pelo método de Colby (1967), para porcentagens de inibição da emergência e injúria sobre as plantas de milho voluntário RR<sup>®</sup>, em resposta às combinações de flumioxazin com chlorimuron-ethyl, imazaquin e sulfentrazone. Santa Maria (RS), 2016.

Tratamentos	Dose g ha <sup>-1</sup> de i.a. ou e.a.	21 DAA					
		% inibição emergência			% injúria		
		Esperado	Observado	Prob t <sup>1</sup>	Esperado	Observado	Prob t
6. flumioxazin + chlorimuron-ethyl	50 + 20	61,18	65	0,39 <sup>ns</sup>	80	78,75	0,71 <sup>ns</sup>
7. flumioxazin + imazaquin	50 + 150	92	87,5	0,07 <sup>ns</sup>	98,06	91,25	0,08 <sup>ns</sup>
8. flumioxazin + sulfentrazone	50 + 150	32,12	30	0,72 <sup>ns</sup>	52,31	38,75	<0,01

<sup>1</sup>Teste t, com significância na probabilidade indicada. <sup>ns</sup> Não significativo.

Nas aplicações com flumioxazin isolado e/ou associado com sulfentrazone, mostra-se baixo desempenho, tanto para a inibição da emergência, como na porcentagem de injúria sobre as plantas de milho emergidas e injuriadas. Esses produtos têm efeitos isolados com médias percentuais de injúria em 23,75 e 37,5%, respectivamente aos 21 DAA, em que não apresentaram sintomas visuais de clorose sobre as plantas de milho RR<sup>®</sup>, somente em algumas foi visualizado um porte menor (Figura 2, B e E). Entretanto, em associação não compartilham sinergismo, caracterizando um efeito antagônico na porcentagem de injúria, o qual foi significativo no Teste t ( $t < 0,05$ ) na comparação pelo método de Colby (1967).

As características químicas do flumioxazin justificam o seu desempenho, pois é um herbicida inibidor de PPO e grupo químico das N-fenilftalimidas, atividade residual no solo moderada apresentando meia-vida ( $t_{1/2}$ ) entre 10 a 32 dias (Alister et al., 2008). A mobilidade é afetada pela alta adsorção à matéria orgânica do solo, ou com grande aumento da concentração de água no solo durante períodos superiores a 48h, devido à baixa solubilidade em água (1,79 mg L<sup>-1</sup>) (Shibata et al., 2011). Estes fatores não foram observados durante a condução do experimento, pois o solo era arenoso e a precipitação não foi suficiente para mover o produto além da camada de cobertura morta (palhada).

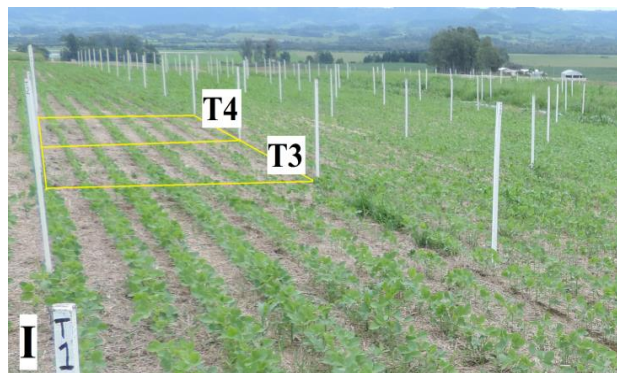
O sulfentrazone, também inibidor de PPO, pertence ao grupo químico das Triazolinonas, sendo que sua persistência no solo é em torno de 21 a 113 dias, ou seja, longa atividade residual no solo (Szmigielski et al., 2012). Segundo Vivian et al. (2006), o ingrediente é pouco lixiviável e alcança profundidades de 0-0,10 m, em que a camada de palha pode influenciar neste processo. Somente em pHs muito baixos pode ser lixiviado (Shaner, 2012). Juntamente com o flumioxazin, são ingredientes com potencial para controlar a problemática das plantas daninhas resistentes ao glyphosate (Knezevic et al., 2009). Entretanto os seus baixos desempenhos podem ser associados ao fato de serem produtos pouco solúveis em água e alta adsorção à matéria orgânica, sugerindo uma retenção desses na palhada disposta sobre a superfície do solo e ainda que houve precipitação nos dias após a aplicação (Figura 1). Efeitos observados tanto para o milho RR<sup>®</sup> quanto para a cultura da soja (Figura 2, B, E e H; Tabela 3).

Foram observados sintomas fitotóxicos nas plantas de soja após a aplicação dos tratamentos (Tabela 6), principalmente nas aplicações com herbicidas inibidores da ALS, em chlorimuron-ethyl e imazaquin, com plantas de porte reduzido, aspecto raquítico (Figura 3).

Contudo, Barros et al. (2005) relataram que o ingrediente imazaquin não reflete perda no rendimento quando aplicado na dose de registro, mesmo com índices elevados de



fitotoxicidade nos estágios iniciais de desenvolvimento.



**Figura 3.** Sintomas de fitotoxicidade na cultura da soja aos 21 DAA chlorimuron-ethyl (T3) e imazaquin (T4). Santa Maria (RS), 2016.

O uso de latifolicidas como o chlorimuron-ethyl, associado ao glyphosate

causam sintomas fitotóxicos leves sobre a soja, porém não reduzem a massa seca, altura, nem a produtividade da soja (Procópio et al., 2007).

Adicionalmente, a Fundação Rio Verde (FRV) (2014), relata que chlorimuron-ethyl e sulfentrazone não promoveram redução de rendimento na soja. Entretanto a escolha da cultivar de soja deve ser direcionada para materiais seletivos a esses produtos, pois podem ocorrer impactos negativos na produtividade, conforme a condição de aplicação e características de cada ingrediente químico.

Quanto aos herbicidas inibidores de PPO, Barros et al. (2005), relatam que sulfentrazone na dose de 300 g ha<sup>-1</sup> de i.a. causam fitotoxicidade praticável para a cultura da soja. Para Pereira et al. (2000) mostram que flumioxazin sob o método “plante-aplique” eram praticáveis na cultura da soja em doses até 50 g ha<sup>-1</sup> de i.a.

**Tabela 6.** Fitotoxicidade observada na cultura da soja, através da escala adaptada EWRC (1964), aos 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas pré-emergentes (“plante-aplique”). Santa Maria/RS, 2016.

Tratamentos	Dose g ha <sup>-1</sup> de i.a. ou e.a.	Fitotoxicidade EWRC (1964)		
		14 DAA	21 DAA	28 DAA
1. Testemunha	-	1	1	1
2. flumioxazin	50	2	1	1
3. chlorimuron-ethyl	20	4	3	1
4. imazaquin	150	4	3	3
5. sulfentrazone	150	1	1	1
6. flumioxazin + chlorimuron-ethyl	50 + 20	3	2	1
7. flumioxazin + imazaquin	50 + 150	4	3	2
8. flumioxazin + sulfentrazone	50 + 150	2	1	1

## Conclusões

Os herbicidas inibidores da enzima ALS, chlorimuron-ethyl e imazaquin, caracterizaram-se como melhores opções de manejo alternativo do milho voluntário RR<sup>®</sup> na modalidade pré-emergente da cultura e planta daninha. O herbicida imazaquin foi o mais eficaz restringindo em 90% a emergência e do milho RR<sup>®</sup> e injuriando as que emergiram em 97,5%. Associações desses herbicidas inibidores de ALS com o flumioxazin, mostrou efeitos aditivos. O herbicida sulfentrazone não mostrou

bom desempenho, mesmo associado ao flumioxazin.

## Referências

- Alister, C.; Rojas, S.; Gomez, P.; Kogan, M. Dissipation and movement of flumioxazin in soil at four field sites in Chile. **Pest Management Science**, v.64, n.5, p.579–583, 2008.
- Alonso, D.G.; Oliveira Júnior, R.S.; Constantin, J. Potencial de *carryover* de herbicidas com atividade residual usados em manejo outonal.



- In: Constantin, J.; Oliveira Júnior, R.S.; Oliveira Neto, A.M. (Ed.). **Buva: Fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba: Omnipax, 2013. cap.8, p.91-104.
- Barros, A. C.; Monteiro, O.; Furtado, J.N.J.; Guerzoni, R.A. Tolerância de cultivares de soja aos herbicidas imazaquin, diclosulam e sulfentrazone, aplicados em solo de textura arenosa. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.4, n.1, p.1-8, 2005.
- Carvalho, S.J.P.; Soares, D.J.; López-Ovejero, R.F.; Christoffoleti, P.J. Soil persistence of chlorimuron-ethyl and metsulfuron-methyl and phytotoxicity to corn seeded as a succeeding crop. **Planta Daninha**, v.33, n.2, p.331-339, 2015.
- Colby, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. **Weeds**, v. 15, n. 1, p. 20-22, 1967.
- European Weed Research Council – EWRC. Report of the 3rd, and 4<sup>th</sup> meetings of EWRC. Committee of methods in Weed Research. **Weed Research**, v.4, p.88, 1964.
- Florido, F.; Dias, A.C.R.; Monquero, P.A.; Tornisiello, V. Mobilidade do herbicida imazaquin em diferentes solos. **Revista Caatinga**, v.28, n.3, p.54-60, 2015.
- Fundação Rio Verde [FRV].: Avaliação de herbicidas pré-emergentes na cultura da soja em Lucas do Rio Verde. **MT: Boletim técnico 22**, item 14, 2014.
- Inoue, M.H.; Santana, C.T.C.; Oliveira Jr., R.S.; Possamai, A.C.S.; Santana, D.C. et al. Efeito residual de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta Daninha**, v.29, n.2, p.429-435, 2011.
- Knezevic, S.Z.; Darta, A.; Scott, J.; Klein, R.N.; Golus, J. Problem weed control in glyphosate-resistant soybean with glyphosate tank mixes and soil applied herbicides. **Weed Technology**, v.23, n.4, p.507–512, 2009.
- Kruse, N.D.; Trezzi, M.M.; Vidal, R.A. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.2, 2000.
- López-Ovejero, R.F.; Soares, D.J.; Oliveira, N.C.; Kawaguchi, I.T.; Berger, G.U.; Carvalho, S.J.P. et al. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.4, p.340-347, 2016.
- Maciel, C.D.G.; Zobiolo, L.H.S.; Souza, J.I.; Hirooka, E.; Lima, L.G.N.; Soares, C.R.B. et al. Eficácia do Herbicida Haloxypol R (GR-142) Isolado e Associado ao 2,4-D no Controle de Híbridos de Milho RR<sup>®</sup> Voluntário. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.2, p.112-123, 2013.
- Mancuso, A.C.M.; Negrisoli, E.; Perim, L. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.
- Mueller, C. T.; Boswell, B.W.; Mueller, S.S.; Steckel, L.E. Dissipation of Fomesafen, Saflufenacil, Sulfentrazone, and Flumioxazin from a Tennessee Soil under Field Conditions. **Weed Science**, v.62, n.4, p.664-671, 2014.
- Peel, M.C.; Finlayson, B.L.; McMahon, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.
- Pereira, R.C.; Carmona, R. Eficácia de herbicida flumioxazin, isolado e em mistura com sulfosato, no manejo de plantas daninhas em plantio direto de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.1, n.2, 2000.
- Petter, F.A.; Sima, V.M.; Fraporti, M.B.; Pereira, C.S.; Procópio, S.O.; Silva, A.F. Volunteer RR<sup>®</sup> corn management in Roundup Ready<sup>®</sup> soybean-corn succession system. **Planta Daninha**, v.33, n.1, p.119-128, 2015.
- Procópio, S.O.; Menezes, C.C.E.; Betta, L.; Betta, M. Utilização de chlorimuron-ethyl e imazethapyr na cultura da soja Roundup

Ready®. **Planta Daninha**, v.25, n.2, p.365-373, 2007.

Shaner, D.L. Field dissipation of sulfentrazone and pendimethalin in Colorado. **Weed Technology**, v.26, n.4, p.633-637, 2012.

Shibata, A.; Kodaka, R.; Fujisawa, T.; Katagi, T. Degradation of flumioxazin in illuminated water-sediment systems. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.59, n.20, p.11186-11195, 2011.

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. v.1, p.42.

Streck, E. V.; Dalmolin, R.S.; Kämpf, N.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. cap.4, p.38.

Suyal, A.; Chauhan, S.S.; Srivastava, A.; srivastava, P.C. Adsorption-desorption behavior of chlorimuron-ethyl herbicide on homoionic clays. **Eurasian Journal of Soil Science**, v.2, p.28-24, 2013.

Szmigielski, A.M.; Schoenau, J.J.; Johnson, E.M.; Holm, F.A.; Apsford, K.L.; Kiu, J.X. Effects of soil factors on phytotoxicity and dissipation of sulfentrazone in Canadian prairies soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.43, n.6, p.896-904, 2012.

Vivian, R.; Reis, M.R.; Jakelaitis, A.; Silva, A.F.; Guimarães, A.A.; Santos, J.B. et al. Persistência de sulfentrazone em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.741-750, 2006.